

**This Page Is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE (S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-092430

(43)Date of publication of application : 07.04.1995

(51)Int.Cl.

G02B 27/46

(21)Application number : 05-259188

(71)Applicant : VICTOR CO OF JAPAN LTD

(22)Date of filing : 22.09.1993

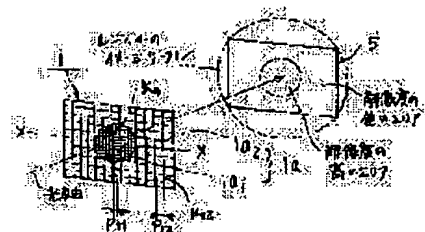
(72)Inventor : KIMURA KAZUO

(54) OPTICAL LOW-PASS FILTER

(57)Abstract:

PURPOSE: To form an image of high picture quality at any place on a solid state image pickup element by employing an optical low-pass filter which has a diffraction grating surface formed and, specially, forming the diffraction grating surface according to the resolution of a lens for photographing a subject.

CONSTITUTION: The optical low-pass filter 1 has the inside of the diffraction grating surface 1a formed while divided by two into an optical-axis center part periphery 1a1 corresponding to a high-resolution area nearby the optical-axis center part of a lens 4 and a peripheral part 1a2 corresponding to a low-resolution area at the periphery outside the optical axis center part of the lens 4. At this time, a wave-shaped diffraction grating K11 is formed unevenly at a close pitch P11 based upon a sin curve at the optical-axis center part periphery 1a1 and a wave-shaped diffraction grating K12 is formed unevenly at a rough pitch P12 based upon a sin curve at the peripheral part 1a2 in the diffraction grating surface 1a.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-92430

(43)公開日 平成7年(1995)4月7日

(51)Int.Cl.⁶

G 0 2 B 27/46

識別記号

庁内整理番号

9120-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平5-259188

(22)出願日 平成5年(1993)9月22日

(71)出願人 000004329

日本ビクター株式会社

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地

(72)発明者 木村 一雄

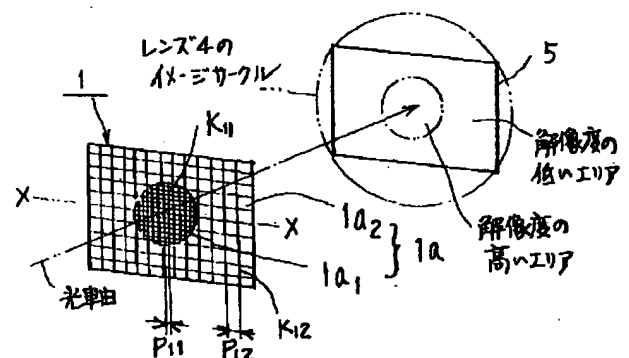
神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本ビクター株式会社内

(54)【発明の名称】 光学的ローパスフィルタ

(57)【要約】

【目的】 回折格子面を形成した光学的ローパスフィルタであって、とくに、被写体を撮影するレンズの解像度に伴って回折格子面を形成した。

【構成】 本発明に係わる光学的ローパスフィルタ1では、回折格子面1a内が、レンズ4の光軸中心部近傍で解像度の高いエリアに対応した光軸中心部近傍1a₁と、レンズ4の光軸中心部近傍より外側の周辺部で解像度の低いエリアに対応した周辺部1a₂とに2分割して形成されている。この際、光軸中心部近傍1a₁は、波状の回折格子K₁₁がsinカーブに基づいて密なピッチP₁₁で凹凸に形成されており、一方、回折格子面1a内の周辺部1a₂は、波状の回折格子K₁₂がsinカーブに基づいて粗なピッチP₁₂で凹凸に形成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】被写体をレンズを通して固体撮像素子に結像させる際、前記固体撮像素子の入射面側又は前記固体撮像素子に設けた色フィルタアレイの入射面側に設置した光学的ローパスフィルタであって、
前記光学的ローパスフィルタは回折格子面を形成し、且つ、前記回折格子面内の回折格子のピッチを前記レンズと対応させた光軸中心部近傍と該光軸中心部近傍より外側の周辺部とで異ならしめたことを特徴とする光学的ローパスフィルタ。

【請求項 2】請求項 1 記載の光学的ローパスフィルタにおいて、
前記回折格子のピッチは光軸中心部近傍を密に形成する一方、周辺部を粗に形成したことを特徴とする光学的ローパスフィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ビデオカメラ、電子スチルカメラなどの固体撮像素子に適用され、回折格子面を形成した光学的ローパスフィルタであって、とくに、被写体を撮影するレンズの解像度に伴って回折格子面を形成した光学的ローパスフィルタに関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般的に、ビデオカメラ、電子スチルカメラなどで撮影する被写体の像は、レンズを通して周知の固体撮像素子に結像させている。上記固体撮像素子は、複数の画素が夫々独立してしかも規則正しく配置され、且つ、二次元的な空間サンプリング素子であり、固体撮像素子を用いた場合には、被写体に固体撮像素子の画素のピッチ以上の高周波成分が含まれていると折り返しによる偽信号が発生してしまうので、固体撮像素子の空間サンプリングによる偽信号を抑圧するために、固体撮像素子の入射面側に光学的ローパスフィルタが設置されている。また、固体撮像素子の入射面側に補色方式による（G…グリーン，Mg…マゼンタ），（Cy…シアン，Ye…イエロー）を組とした色フィルタアレイを設けた場合には、撮影する被写体に色フィルタアレイの 1 組の（G，Mg）か（Cy，Ye）のピッチ相当の周波成分が含まれていると、これが色信号として検出されて偽色信号が発生してしまうので、この場合にも偽色信号を抑圧するために、色フィルタアレイの入射面側に光学的ローパスフィルタが設置されている。

【0003】従来、この種の光学的ローパスフィルタとして水晶板を用いていたが、水晶板では厚みが厚いため光路長が長くなると共に、高価であり量産性に劣るといった欠点があった。これらの欠点を解決するために、量産性に富む安価な樹脂を用いて回折格子面を形成した光学的ローパスフィルタが特開平 5-2151 号公報（図 8 参照），特開平 5-11219 号公報（図 9 参照）などに開示されている。

【0004】図 8 は従来例における一例の光学的ローパスフィルタを説明するための断面図、図 9 は従来例における他例の光学的ローパスフィルタを説明するための平面図、図 10 は従来の光学的ローパスフィルタにおける MTF 特性を示した図である。まず、図 8 に示した一例の光学的ローパスフィルタ 100 は特開平 5-2151 号公報に開示されており、凹状のパッケージ 101 内に固体撮像素子 102 が設置され、且つ、この固体撮像素子 102 の入射面側となる撮像面 102a 側に光学的ローパスフィルタ 100 の回折格子面 100a がスペーサ 103，103 を介して所定の間隔を隔てて対向しながら設置されている。勿論、固体撮像素子 102 の撮像面 102a に色フィルタアレイ（図示せず）を取り付けてこの色フィルタアレイに対向して光学的ローパスフィルタ 100 を設置する方法も開示されている。そして、固体撮像素子 102 の撮像面 102a 側に光学的ローパスフィルタ 100 を取り付けた後、透明な保護板 104 をパッケージ 101 の前方に取り付けてパッケージ 101 内を密閉している。

【0005】また、図 9 に示した他例の光学的ローパスフィルタ 200 は特開平 5-11219 号公報に開示されており、円板状の光学的ローパスフィルタ 200 の回折格子面 200a には第 1 の方向に沿って並んだ第 1 の回折格子 200a₁ と、第 2 の方向に沿って並んだ第 2 の回折格子 200a₂ とが互いに 90° 以外の角度で交差して形成されている。

【0006】ところで、上記した従来の光学的ローパスフィルタ 100，200 は、いずれも光を回折させて光のもつ入射電磁波のうちで低域周波成分を光学的に分離するために、回折格子面 100a，200a が一定のピッチで凹凸を繰り返して形成されているものである。また、これらの光学的ローパスフィルタ 100，200 の回折格子面 100a，200a の凹凸のピッチ及び凸部の中、光学的ローパスフィルタ 100，200 と固体撮像素子 102（又は色フィルタアレイ）との間隔などの寸法を設定することにより、光学的ローパスフィルタ 100，200 は図 10 に示したような MTF（Modulation Transfer Function）特性を持ち、且つ、 f_a が遮断周波数（カットオフ周波数）となる。

【0007】従って、被写体からの偽信号、偽色信号の空間周波数が遮断されるように光学的ローパスフィルタ 100，200 の MTF 特性における遮断周波数 f_a を設定すれば、被写体からの偽信号、偽色信号を抑圧できるようになっている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記した従来の光学的ローパスフィルタ 100，200 を用いると、レンズを通して撮影した被写体の像を固体撮像素子に結像する際に生じる偽信号、偽色信号を抑圧できるものの、光学的ローパスフィルタ 100，200 の回折格子面 100a，200a はいずれも一定のピッチで凹凸を繰り返して形成されているものすぎない。

【0009】しかしながら、被写体の像を撮影するレンズは、イメージサークルの光軸中心部近傍と光軸中心部近傍より外側の周辺部とでは解像度が異なっている。このレンズの解像度に伴って、レンズを通した被写体からの偽信号、偽色信号も光軸中心部近傍と周辺部とでは当然異なっている。従って、固体撮像素子の入射面側に設置する光学的ローパスフィルタの遮断周波数をレンズの解像度に応じて光軸中心部近傍と周辺部とで変えたいが、水晶板を用いた光学的ローパスフィルタでは実現ができず、一方、回折格子面100a, 200aを形成した従来の光学的ローパスフィルタ100, 200では回折格子面100a, 200aがいずれも一定のピッチで形成されているためレンズの解像度に応じていない。このため、従来の光学的ローパスフィルタ100, 200のMTF特性を、回折格子面100a, 200a内全体に亘ってレンズの光軸中心部近傍に合わせてしまうと、周辺部は過剰に抑圧されてしまう。一方、光学的ローパスフィルタ100, 200のMTF特性を、回折格子面100a, 200a内全体に亘ってレンズの周辺部に合わせてしまうと、光軸中心部近傍は抑圧が不十分で被写体からの偽信号、偽色信号が発生していた。

【0010】そこで、レンズの解像度に応じて回折格子面を形成した光学的ローパスフィルタが望まれている。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、第1の発明は、被写体をレンズを通して固体撮像素子に結像させる際、前記固体撮像素子の入射面側又は前記固体撮像素子に設けた色フィルタアレイの入射面側に設置した光学的ローパスフィルタであって、前記光学的ローパスフィルタは回折格子面を形成し、且つ、前記回折格子面内の回折格子のピッチを前記レンズと対応させた光軸中心部近傍と該光軸中心部近傍より外側の周辺部とで異ならしめたことを特徴とする光学的ローパスフィルタである。

【0012】また、第2の発明は、第1の発明の光学的ローパスフィルタにおいて、前記回折格子のピッチは光軸中心部近傍を密に形成する一方、周辺部を粗に形成したことを特徴とする光学的ローパスフィルタである。を提供するものである。

【0013】

【実施例】以下に本発明に係わる光学的ローパスフィルタの一実施例を図1乃至図7を参照して詳細に説明する。

【0014】図1は本発明に係わる第1～第3実施例の光学的ローパスフィルタの取り付け状態を説明するための断面図、図2は本発明に係わる第1実施例の光学的ローパスフィルタの回折格子面の形状をレンズのイメージサークル及び固体撮像素子の画枠に対応して示した斜視図、図3は図2に示した第1実施例の光学的ローパスフィルタの回折格子面をX-X線に沿って断面した横断面図、図4(A), (B)は本発明に係わる第2実施例の

光学的ローパスフィルタの回折格子面の形状を説明するための正面図及びX-X横断面図、図5(A), (B)は本発明に係わる第3実施例の光学的ローパスフィルタの回折格子面の形状を説明するための正面図及びX-X横断面図、図6(A)～(C)は本発明に係わる第1～第3実施例の光学的ローパスフィルタにおけるMTF特性を説明するための図、図7は本発明に係わる第1～第3実施例の光学的ローパスフィルタを適用する際、レンズのMTF特性(解像度特性)を説明するための図であり、(A)はレンズの光軸中心部(0.0Y), 中間周辺部(0.7Y), 外側周辺部(1.0Y)を示した図、(B)は一例のレンズのMTF特性を光軸中心部(0.0Y), 中間周辺部(0.7Y), 外側周辺部(1.0Y)の順に示した図、(C)は他例のレンズのMTF特性を光軸中心部(0.0Y), 中間周辺部(0.7Y), 外側周辺部(1.0Y)の順に示した図である。

【0015】図1において、本発明に係わる第1実施例の光学的ローパスフィルタ1及び第2実施例の光学的ローパスフィルタ(2)並び第3実施例の光学的ローパスフィルタ(3)は、光を良く透過する透明な樹脂材を用いて回折格子面1a, (2a), (3a)が成形加工などにより一体的に波状に形成されており、レンズ4を通して撮影した被写体Hの像を光の回折現象を利用して回折格子面1a, (2a), (3a)から固体撮像素子5に結像できるように形成されている。

【0016】上記第1～第3実施例の光学的ローパスフィルタ1, (2), (3)の回折格子面1a, (2a), (3a)は、凹状のパッケージ6内に収納した固体撮像素子5の入射面側にスペーサ7, 7を介して所定の間隔αを隔てて対向しながら設置されている。また、固体撮像素子5の入射面側には、矩形状の画枠5a内に複数の画素が夫々独立してしかも規則正しく配置された撮像面5bが形成され、更に撮像面5bの画素に対応して撮像面5b上には補色方式による(G…グリーン, Mg…マゼンタ), (Cy…シアン, Ye…イエロー)を組とした色フィルタアレイ5cが一体的に膜付形成されており、即ち、第1～第3実施例の光学的ローパスフィルタ1, (2), (3)の回折格子面1a, (2a), (3a)が入射面側の色フィルタアレイ5cと対向しながら設置されている。また、光学的ローパスフィルタ1, (2), (3)の回折格子面1a, (2a), (3a)と間隔を隔てて対向した入射面1b, (2b), (3b)は平坦面に形成されており、これらの入射面1b, (2b), (3b)側はパッケージ6の前方に設けた透明な保護板8と対向している。従って、パッケージ6内の光学的ローパスフィルタ1, (2), (3)及び固体撮像素子5は保護板8によって塵埃などから保護されている。

【0017】ここで、第1～第3実施例の光学的ローパスフィルタ1, (2), (3)の回折格子面1a, (2a), (3a)は、後述するようにレンズ4の解像度特

性に対応して形成されていることを特徴としている。即ち、第1～第3実施例の光学的ローパスフィルタ1、(2)、(3)の回折格子面1a、(2a)、(3a)内において、レンズ4の光軸中心部近傍で解像度の高いエリアに対応した光軸中心部近傍では、先に説明したように、固体撮像素子5の画素のピッチによって発生する偽信号及び色フィルタアレイ5cの1組の(G, Mg)か(Cy, Ye)のピッチによって発生する偽色信号を抑圧できるように形成され、一方、レンズ4の光軸中心部近傍より外側の周辺部で解像度の低いエリアに対応した周辺部ではレンズ4の解像度の低下に伴って光軸中心部近傍より偽信号及び偽色信号を緩和して抑圧できるように形成されている。尚、光学的ローパスフィルタ1、(2)、(3)の回折格子面1a、(2a)、(3a)を形成する際、色フィルタアレイ5cの1組の(G, Mg)か(Cy, Ye)のピッチは固体撮像素子5の画素のピッチの2倍に形成されているため、偽色信号の遮断周波数の方が偽信号の遮断周波数より低域に設定されるので、主として偽色信号に対して考慮すれば偽信号も出にくくなる。しかし、固体撮像素子5の入射面側に色フィルタアレイ5cが設けられていない場合には偽信号のみを抑圧できるように偽信号の遮断周波数を設定すれば良く、この場合にも光学的ローパスフィルタ1、(2)、(3)はレンズ4の解像度特性に対応して形成されていることを特徴としている。

【0018】次に、第1～第3実施例の光学的ローパスフィルタ1、(2)、(3)の回折格子面1a、(2a)、(3a)の形状を説明する前に、レンズ4の解像度特性について図7(A)～(C)を用いて説明する。

【0019】図7(A)に示したように、レンズ4の解像度特性を説明する前提条件として、一般的にレンズ4のイメージサークルに対して固体撮像素子5の画枠5aは縦横比が3:4に形成されており、この固体撮像素子5の画枠5aと対応してレンズ4の仮想画枠4aを設定し、且つ、仮想画枠4aの中心を光軸中心(0.0Y)とする。そして、光軸中心(0.0Y)から仮想画枠4aのコーナ4a₁に向かって対角線を引き、この対角線の長さLの70%の枠内点を(0.7Y)点、対角線の長さLの100%のコーナ点を(1.0Y)点と設定する。これら(0.7Y)点、(1.0Y)点は仮想画枠4a内に図示したよう4か所夫々存在するものである。また、対角線の方法をM方向と設定し、この対角線の方法と直交する方向をS方向と設定する。

【0020】次に、図7(B)に示した一例のレンズにおける解像度特性は、空間周波数応答特性によるMTF (Modulation Transfer Function)特性で表現できる。ここで、一例のレンズのMTF特性(解像度特性)を上記光軸中心(0.0Y)、(0.7Y)点、(1.0Y)点について夫々測定すると、光軸中心(0.0Y)は解像度が高く、この光軸中心(0.0Y)を中心とした光軸中心部近傍も図示を省略する

ものの解像度が高く、光軸中心(0.0Y)から離れて行く従って解像度が低くなる傾向があり、上記光軸中心(0.0Y)、(0.7Y)点、(1.0Y)点の順にレンズのMTF特性(解像度特性)が劣化していることが図示から明らかである。尚、光軸中心(0.0Y)は中央部のためMTF特性に方向性を持たないが、(0.7Y)点、(1.0Y)点は図示したようにMTF特性がM方向、S方向に方向性を持つものである。

【0021】また、図7(C)に示した他例のレンズにおけるMTF特性(解像度特性)も、光軸中心(0.0Y)、(0.7Y)点、(1.0Y)点の順に劣化していることが図示から明らかであるが、特性値は図7(B)に示した値とは異なる値を示している。このように、使用するレンズ4によってMTF特性(解像度特性)は異なるものの、光軸中心部近傍に比べて光軸中心部近傍より外側の周辺部ではMTF特性が当然劣化する傾向があることは共通である。

【0022】ここで、本発明に係わる第1～第3実施例の光学的ローパスフィルタ1～3の回折格子面1a～3aの形状について図2乃至図7を用いて説明する。

【0023】まず、図2及び図3に示した如く、第1実施例の光学的ローパスフィルタ1では、回折格子面1a内が、レンズ4の光軸中心部近傍で解像度の高いエリアに対応した光軸中心部近傍1a₁と、レンズ4の光軸中心部近傍より外側の周辺部で解像度の低いエリアに対応した周辺部1a₂とに2分割して形成されている。

【0024】ここで、光学的ローパスフィルタ1の回折格子面1a内の光軸中心部近傍1a₁は、波状の回折格子K₁₁がsinカーブに基づいて密なピッチP₁₁で凹凸に形成されており、且つ、この回折格子K₁₁はレンズ4の光軸中心部近傍で解像度の高いエリアと対応しているため、密なピッチP₁₁により色フィルタアレイ5cの1組の(G, Mg)か(Cy, Ye)のピッチによる偽色信号を主として抑圧できるようになっていると共に、固体撮像素子5の画素のピッチによる偽信号も抑圧できるようになっている。一方、回折格子面1a内の周辺部1a₂は、波状の回折格子K₁₂がsinカーブに基づいて粗なピッチP₁₂で凹凸に形成されており、且つ、この回折格子K₁₂はレンズ4の周辺部の解像度の低下に対応しているため、粗なピッチP₁₂により偽色信号及び偽信号を光軸中心部近傍1aよりも緩和して抑圧できるようになっている。また、光軸中心部近傍1a₁の回折格子K₁₁と、周辺部1a₂の回折格子K₁₂との境界部分はなだらかに接続されるように形成されていると共に、回折格子K₁₁、K₁₂の凹凸の高さは略同等の高さに形成されている。

【0025】ここで、第1実施例では光軸中心部近傍1a₁の回折格子K₁₁が例えば図7(B)、(C)に示したレンズの光軸中心(0.0Y)近傍のMTF特性に略対応して形成され、一方、周辺部1a₂の回折格子K₁₂が

例えば図7 (B), (C) に示したレンズの(0.7Y)点近傍のMTF特性に略対応して形成されている。この際、図7 (B), (C) に示したようにレンズの(0.7Y)点近傍ではレンズのMTF特性がM方向とS方向とで差があるので両方向の平均特性を用いれば良い。

【0026】上記のように光軸中心部近傍1a₁と周辺部1a₂とで2分割して回折格子面1aを形成した光学的ローパスフィルタ1のMTF特性は、図6 (A) に示した如く、光軸中心部近傍1a₁の回折格子K₁₁によって主として偽色信号を抑圧するための遮断周波数fa₁₁と、周辺部1a₂の回折格子K₁₂によって主として偽色信号を緩和して抑圧するための遮断周波数fa₁₂を下記する手順により設定している。

【0027】この際、
γ：入射光の波長、
α：光学的ローパスフィルタ1と固体撮像素子5との間隔、

P₁₁：sinカーブに基づいて形成した回折格子K₁₁の密なピッチ、

P₁₂：sinカーブに基づいて形成した回折格子K₁₂の粗なピッチ、

とすると、回折格子K₁₁による遮断周波数fa₁₁及び回折格子K₁₂による遮断周波数fa₁₂は、

$$fa_{11} = P_{11} / 2\alpha\gamma$$

$$fa_{12} = P_{12} / 2\alpha\gamma$$

で算出され、ここで、密なピッチP₁₁<粗なピッチP₁₂なので、遮断周波数fa₁₁<遮断周波数fa₁₂となり、図6 (A) に示した如くの第1実施例の光学的ローパスフィルタ1におけるMTF特性となる。尚、正規なsinカーブに基づいて回折格子K₁₁、K₁₂を形成すれば、効率の良いMTF特性が得られるが、正規なsinカーブに基づくことなく、回折格子の凹凸の中を適宜な比率で形成すれば偽色信号用の遮断周波数の他に偽信号用の遮断周波数が高域に得られるがここでは詳述を省略する。

【0028】上記のように形成した第1実施例の光学的ローパスフィルタ1では、回折格子面1a内をレンズ4の光軸中心部近傍で解像度の高いエリアに対応した光軸中心部近傍1a₁と、レンズ4の光軸中心部近傍より外側の周辺部で解像度の低いエリアに対応した周辺部1a₂とに分割形成し、且つ、光軸中心部近傍1a₁の回折格子K₁₁のピッチP₁₁を密に形成したため、被写体からの偽信号及び偽色信号を良好に抑圧できると共に、一方、周辺部1a₂の回折格子K₁₂のピッチP₁₂を粗に形成したため、レンズ4の解像度の低下に伴って周辺部1a₂では光軸中心部近傍1a₁より偽信号及び偽色信号を緩和して抑圧できるので、周辺部1a₂に生じる色モアレ現象などをバランス良く抑圧でき、この結果、被写体Hの像をレンズ5及び第1実施例の光学的ローパスフィルタ1を通して固体撮像素子5のどこの場所

にも高画質に結像することができる。

【0029】次に、図4 (A), (B) に示した如く、本発明に係わる第2実施例の光学的ローパスフィルタ2では、回折格子面2a内が、レンズ4の光軸中心部近傍で解像度の高いエリアに対応した光軸中心部近傍2a₁と、レンズ4の光軸中心部近傍より外側の周辺部で解像度の低いエリアに対応した中間周辺部2a₂、外側周辺部2a₃とに3分割して形成されている。ここでも、光学的ローパスフィルタ2の回折格子面2a内の光軸中心部近傍2a₁、中間周辺部2a₂、外側周辺部2a₃は、レンズ4と対応した解像度特性に基づいて夫々形成されており、光軸中心部近傍2a₁の回折格子K₂₁のピッチP₂₁は密に形成され、中間周辺部2a₂の回折格子K₂₂のピッチP₂₂はピッチP₂₁より粗に形成され、外側周辺部2a₃の回折格子K₂₃のピッチP₂₃はピッチP₂₂より更に粗に形成されている。この第2実施例では、光軸中心部近傍2a₁の回折格子K₂₁が例えば図7 (B), (C) に示したレンズの光軸中心(0.0Y)近傍のMTF特性に略対応して形成され、一方、中間周辺部2a₂の回折格子K₂₂が例えば図7

(B), (C) に示したレンズの(0.7Y)点近傍のMTF特性に略対応して形成され、更に外側周辺部2a₃の回折格子K₂₃が例えば図7 (B), (C) に示したレンズの(1.0Y)点近傍のMTF特性に略対応して形成されている。従って、上記のように形成した第2実施例の光学的ローパスフィルタ2は、図6 (B) に示したようなMTF特性を持ち、且つ、光学的ローパスフィルタ2の構造は第1実施例よりもやや複雑となるものの、偽信号及び偽色信号を第1実施例よりもより良く抑圧できる。

【0030】次に、図5 (A), (B) に示した如く、本発明に係わる第3実施例の光学的ローパスフィルタ3では、回折格子面3a内が、レンズ4の光軸中心部近傍で解像度の高いエリアに対応した光軸中心部近傍3a₁と、レンズ4の光軸中心部近傍より外側の周辺部で解像度の低いエリアに対応した周辺部3a₂、……3a_nとに多分割して形成されている。ここでも、光学的ローパスフィルタ3の回折格子面3a内の光軸中心部近傍3a₁、周辺部3a₂……3a_nは、レンズ4の各か所で測定した解像度特性に基づいて夫々形成されており、とくに、周辺部3a₂……3a_nの回折格子K₃₂……K_{3n}のピッチP₃₂……P_{3n}は外側に向かって徐々に粗になるよう形成されている。尚、第3実施例では光軸中心部近傍3aの回折格子K₃₁は密なピッチP₃₁に形成しているが、これに限ることなく、レンズ4の光軸中心部近傍の解像度特性を適時測定して多分割形成しても良い。従って、上記のように形成した第3実施例の光学的ローパスフィルタ3は、図6 (C) に示したようなMTF特性を持ち、且つ、光学的ローパスフィルタ3の構造は第1実施例及び第2実施例よりもかなり複雑となるものの、偽信号及び偽色信号を第1実施例及び第2実

施例よりも一層抑圧できる。

【0031】

【発明の効果】以上詳述した本発明に係わる光学的ローパスフィルタによると、回折格子面内において、レンズの光軸中心部近傍で解像度の高いエリアに対応した光軸中心部近傍の回折格子のピッチを密に形成したため、被写体からの偽信号及び偽色信号を良好に抑圧できると共に、一方、レンズの光軸中心部近傍より外側の周辺部で解像度の低いエリアに対応した周辺部の回折格子のピッチを粗に形成したため、レンズの解像度の低下に伴って周辺部では光軸中心部近傍より偽信号及び偽色信号を緩和して抑圧できるので、周辺部に生じる色モアレ現象などをバランス良く抑圧でき、この結果、被写体の像をレンズ及び本発明の光学的ローパスフィルタを通して固体撮像素子のどこの場所にも高画質に結像することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わる第1～第3実施例の光学的ローパスフィルタの取り付け状態を説明するための断面図である。

【図2】本発明に係わる第1実施例の光学的ローパスフィルタの回折格子面の形状をレンズのイメージサークル及び固体撮像素子の画枠に対応して示した斜視図である。

【図3】図2に示した第1実施例の光学的ローパスフィルタの回折格子面をX-X線に沿って断面した横断面図である。

【図4】(A)，(B)は本発明に係わる第2実施例の光学的ローパスフィルタの回折格子面の形状を説明するための正面図及びX-X横断面図である。

【図5】(A)，(B)は本発明に係わる第3実施例の光学的ローパスフィルタの回折格子面の形状を説明するための正面図及びX-X横断面図である。

【図6】(A)～(C)は本発明に係わる第1～第3実施例の光学的ローパスフィルタにおけるMTF特性を説明するための図である。

【図7】本発明に係わる第1～第3実施例の光学的ローパスフィルタを適用する際、レンズのMTF特性（解像度特性）を説明するための図である。

【図8】従来例における一例の光学的ローパスフィルタを説明するための断面図である。

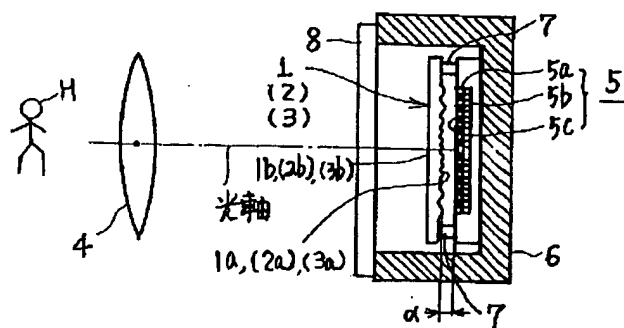
【図9】従来例における他例の光学的ローパスフィルタを説明するための平面図である。

【図10】従来の光学的ローパスフィルタにおけるMTF特性を示した図である。

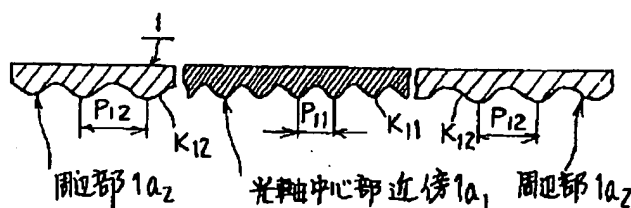
【符号の説明】

1…第1実施例の光学的ローパスフィルタ、1a…回折格子面、2…第2実施例の光学的ローパスフィルタ、2a…回折格子面、3…第3実施例の光学的ローパスフィルタ、3a…回折格子面、4…レンズ、5…固体撮像素子、5b…撮像面、5c…色フィルタアレイ、H…被写体、K…回折格子P、…回折格子面内の回折格子のピッチ。

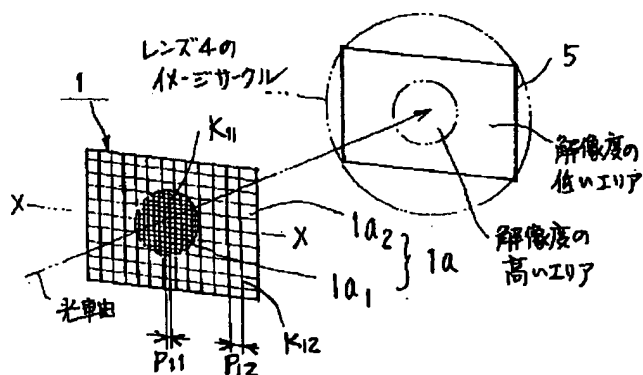
【図1】



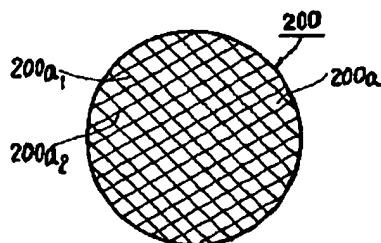
【図3】



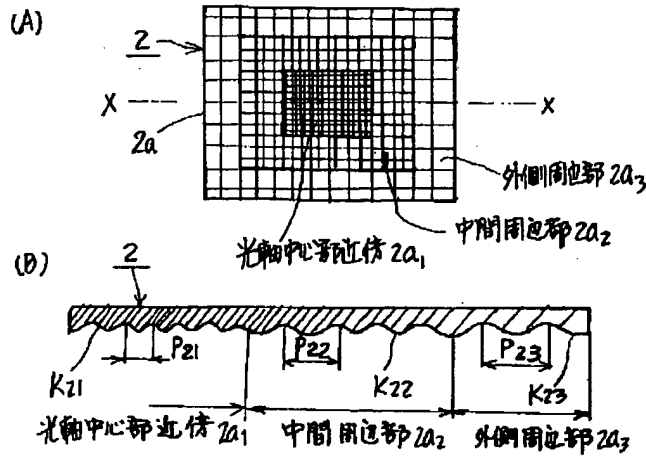
【図2】



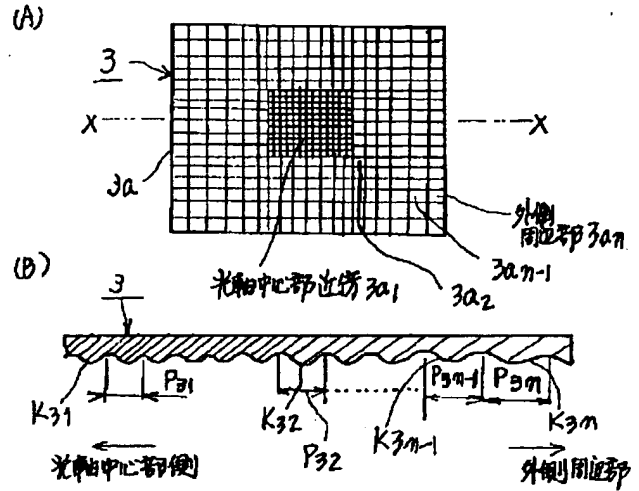
【図9】



【図4】

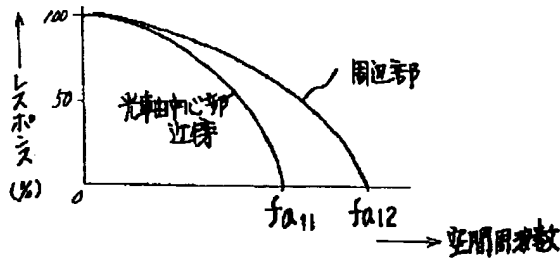


【図5】

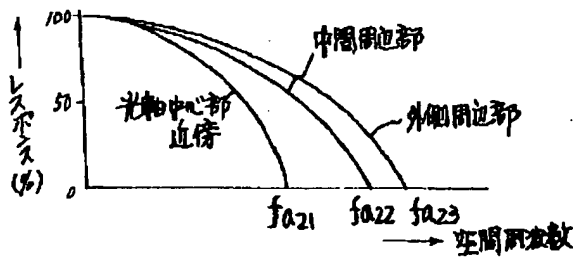


【図6】

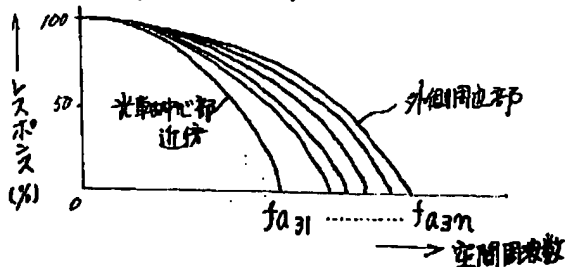
(A) 第1実施例の光学的ローパスフィルタ1におけるMTF特性



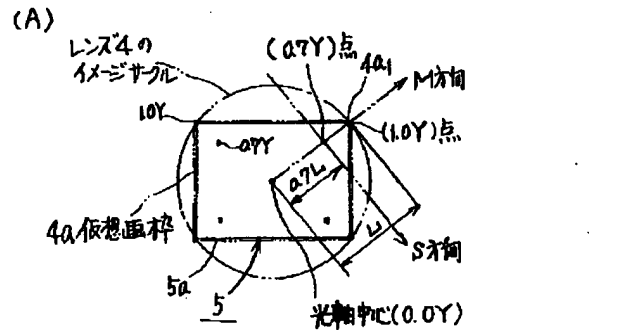
(B) 第2実施例の光学的ローパスフィルタ2におけるMTF特性



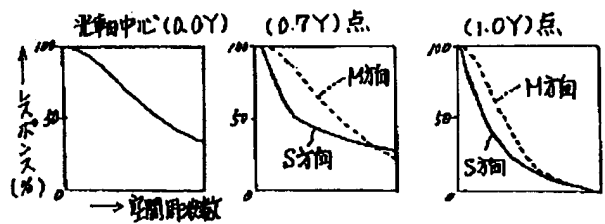
(C) 第3実施例の光学的ローパスフィルタ3におけるMTF特性



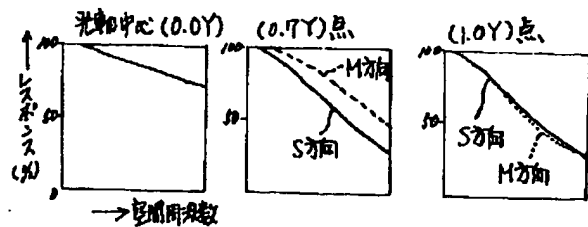
【図7】



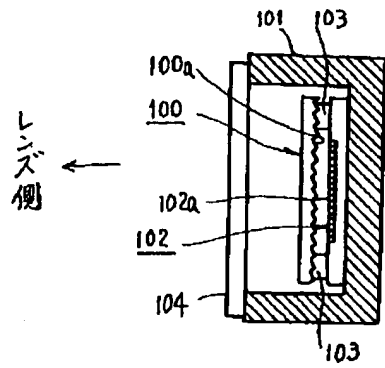
(B) 一例のレンズのMTF特性(解像度特性)



(C) 他例のレンズのMTF特性(解像度特性)



【図8】



【図10】

